Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Région de Terre-Neuve-et-Labrador | Réponse des Sciences 2016/015

# EXAMEN DE LA BIOACCUMULATION DE MERCURE DANS LE BIOTE DU LAC MELVILLE

## Contexte

En 2009, la commission conjointe d'examen qui a procédé à l'évaluation environnementale du projet de centrale de production d'énergie hydroélectrique dans le cours inférieur du fleuve Churchill a déterminé que la bioaccumulation de méthylmercure pourrait avoir des répercussions. Pêches et Océans Canada (MPO) et d'autres autorités fédérales et provinciales, de même que des groupes autochtones, ont fourni à la commission d'examen conjointe des avis sur l'ampleur de la bioaccumulation en aval. À la suite de ces avis, la commission a conclu que la bioaccumulation de méthylmercure dans les zones en aval pourrait être plus élevée que celle prévue par le promoteur du projet, Nalcor Energy. En réponse à cette conclusion et aux recommandations connexes de la commission, le gouvernement du Canada a décidé d'exiger que Nalcor Energy effectue une surveillance de base supplémentaire et d'autres activités de surveillance après la réalisation du projet concernant le méthylmercure chez les poissons et les phoques, notamment dans les zones en aval du projet et dans le lac Melville. Cette surveillance avait été officiellement prévue en tant que condition de l'autorisation accordée en 2013 par le Ministère à Nalcor Energy – conformément au paragraphe 35(2) de la *Loi sur les pêches* –, en vue de déterminer les répercussions du barrage hydroélectrique de Muskrat Falls et de la création du réservoir sur le poisson et l'habitat du poisson.

Un certain nombre de discussions ont eu lieu sur le fait que les renseignements présentés dans un article scientifique récemment publié (Schartup et al. 2015) venaient modifier fondamentalement la compréhension du déplacement et de la bioaccumulation du méthylmercure, ce qui pourrait exiger qu'on apporte des changements au programme de surveillance en aval du méthylmercure. Par conséquent, en janvier 2016, le Programme de protection des pêches (PPP) de la Direction de la gestion des écosystèmes de la région de Terre-Neuve-et-Labrador a demandé au Secteur des sciences du MPO d'entreprendre un examen de cet article et d'autres documents pertinents dans le but de fournir des conseils dans le contexte suivant :

- Fournir des conseils à savoir si les renseignements dans l'article de Schartup et al. (2015) changent de façon significative les prévisions générales sur le potentiel de bioaccumulation de mercure chez les poissons et les phoques du lac Melville, comme présentées par le Ministère et reconnues par la commission d'examen conjoint lors de l'évaluation environnementale du projet de centrale de production d'énergie hydroélectrique dans la partie inférieure du fleuve Churchill;
- Indiquer si les mesures de surveillance du méthylmercure prévues par le MPO en aval du barrage hydroélectrique de Muskrat Falls devraient être modifiées en fonction des renseignements dans l'article de Schartup et al. (2015).

La présente réponse des Sciences découle du processus de réponse des Sciences mené le 17 février 2016 sur l'Examen de la bioaccumulation de mercure dans le biote du lac Melville.

## Analyse et réponse

**Objectif 1 :** *Est-ce que les renseignements contenus dans l'article de Schartup et al. de 2015 changent de façon significative les prévisions générales sur le potentiel de bioaccumulation de mercure chez les poissons et les phoques du lac Melville, comme présentées par le Ministère et reconnues par la commission d'examen conjoint lors de l'évaluation environnementale du projet de centrale de production d'énergie hydroélectrique dans la partie inférieure du fleuve Churchill?*

Schartup et ses collègues (2015) ont examiné les quantités, la méthylation et la déméthylation du mercure dans le lac Melville à deux moments de l'année (juin et septembre). Ils ont trouvé d'importantes concentrations de méthylmercure dans la couche de surface saumâtre près de la tête de l'estuaire. Les taux de méthylation sont plus élevés dans cette couche et sont reflétés dans les concentrations de méthylmercure dans le plancton. Ces constatations ont ensuite été utilisées pour paramétrer un modèle de transport de masse du mercure dans l'estuaire. D'après ce modèle et les observations des rejets de méthylmercure provenant de quelques carottes d'échantillonnage du sol des rives et des hautes terres, les auteurs laissent entendre que les apports de méthylmercure dans l'estuaire du fleuve Churchill pourraient augmenter de 25 à 200 % à la suite de la mise en eau du réservoir de Muskrat Falls.

Les avis du MPO à la commission d'examen conjoint concernant la possibilité d'accumulation de mercure en aval dans le biote du lac Melville étaient fondés sur une étude de l'ampleur et de la durée des niveaux élevés de mercure en aval du réservoir Smallwood après sa création (Anderson 2011). Comme cette étude a permis de constater que les espèces estuariennes (éperlan arc-en-ciel, poulamon et truite de mer) présentaient des niveaux élevés de mercure en raison de la création du réservoir Smallwood, on s'attendait à ce que l'aménagement du cours inférieur du fleuve Churchill entraîne aussi des niveaux élevés de mercure dans les poissons après la mise en eau du réservoir. Les données sur les poissons dans l'estuaire sont limitées, ce qui fait que les délais de reprise estimés sont de plus de 20 ans pour l'éperlan arc-en-ciel et de moins de 28 ans pour la truite de mer (tableau 3 et figure 5, Anderson 2011). Il n'y avait pas suffisamment de données disponibles à ce moment pour examiner la variabilité spatiale au sein de l'estuaire ou de prédire les effets potentiels sur les phoques et autres mammifères ou oiseaux piscivores. De tels effets dépendraient du régime alimentaire et de la fidélité au site. Cet avis a été présenté à la commission d'examen conjoint lors des audiences publiques à Happy Valley-Goose Bay en mars 2011.

L'article de Schartup et al. (2015) fournit un mécanisme possible pour le niveau de mercure élevé qui a été observé dans les données de surveillance à long terme du réseau hydrographique du fleuve Churchill. Les conclusions des auteurs sont conformes à la compréhension actuelle de la dynamique bactérienne dans les estuaires et diffèrent des mécanismes de transport vers l'aval proposés par Nalcor Energy pendant le processus d'évaluation environnementale.

Il convient de mentionner que les augmentations de méthylmercure prévues par Schartup et al. (2015) à la suite de l'inondation du cours inférieur du fleuve Churchill sont très préliminaires et sont fondées sur l'incubation à court terme de trois carottes d'échantillonnage provenant des hautes terres et sur les données provenant de deux périodes d'échantillonnage de l'estuaire. En outre, les carottes d'échantillonnage comprenaient pas la litière ni la couche de surface organique du sol. Toutefois, si le mécanisme proposé pour l'enrichissement en méthylmercure des estuaires du nord est correct, l'étendue spatiale de l'augmentation et de l'exposition des poissons et des animaux piscivores devrait correspondre à la superficie de la couche de surface saumâtre de la partie supérieure de l'estuaire.

**Objectif 2 :** *Les mesures de surveillance du méthylmercure prévues par le MPO en aval du barrage hydroélectrique de Muskrat Falls devraient-elles être modifiées en fonction des renseignements dans l'article de Schartup et al. (2015)?*

Le programme d'étude de suivi des effets sur l'environnement (ESEE) proposé par Nalcor Energy et approuvé par le MPO est conforme à l'attente selon laquelle le mercure est censé augmenter dans les poissons et les phoques en aval du nouveau réservoir jusque dans la partie supérieure du lac Melville. Des sites d'échantillonnage ont été choisis en aval des chutes Muskrat à Goose Bay, et à la tête du lac Melville. L'analyse de l'efficacité a été utilisée pour déterminer la taille d'échantillon appropriée de 30 poissons par espèce de poisson, par secteur. Les données de base pour le programme de surveillance ont à ce jour été recueillies pendant plusieurs années (Nalcor Energy 2015). Un examen préliminaire du rapport d'ESEE de 2015 nous porte à croire qu'il existe un certain nombre d'aspects du programme qui pourraient être ajustés à la lumière de ces conclusions et de notre compréhension plus approfondie des processus liés à la méthylation du mercure dans l'estuaire du lac Melville.

Les mécanismes de méthylation accrue du mercure dans le lac Melville proposés par Schartup et al. (2015) semblent indiquer que l'étendue de l'apport de mercure dans la chaîne alimentaire serait associée à la présence de la couche néphéloïde liée à l'apport d'eau douce du fleuve Churchill dans l'estuaire. Les emplacements des stations devraient être réexaminés afin de s'assurer que la couverture dans le lac Melville s'étend aussi loin que l'influence prévue du fleuve. Des solutions de rechange pour les espèces migratrices et celles présentant une fidélité moins élevée au site devront être prises en considération dans le choix des sites d'échantillonnage, comme ces espèces peuvent se trouver seulement une partie de leur temps dans les zones touchées.

La figure 1 de Schartup et al. (2015) montre que, dans le lac Melville, la couche d'eau saumâtre associée à la décharge du fleuve Churchill s'étend presque jusqu'à la fin de la partie est du lac Melville avant le passage et que des concentrations élevées de mercure total et de carbone organique dissous (COD) se trouvent dans cette couche. Les sites d'échantillonnage actuels pour le programme de surveillance s'étendent seulement jusqu'à la partie ouest du lac Melville (figure 1). Si les mécanismes proposés par Schartup et al. (2015) sont exacts, la pleine étendue spatiale des effets en aval pourrait ne pas être prise en considération par ce programme. Un site d'échantillonnage dans la partie est du lac Melville devrait être ajouté au programme de surveillance afin de veiller à ce que l'étendue spatiale des effets potentiels soit bien quantifiée.

Le mercure dans la colonne d'eau, le carbone organique en particules et le COD doivent également être surveillés dans l'ensemble du lac Melville pour veiller à ce que la distance en aval des effets soit bien quantifiée, que les changements observés dans le mercure dans le biote soient expliqués et que le programme de surveillance saisisse adéquatement l'étendue complète des effets potentiels.

Les niveaux de mercure augmentent généralement avec la taille de l'individu d'une espèce de poisson donnée. Les protocoles d'échantillonnage appropriés exigent donc que les poissons échantillonnés pour chaque espèce représentent la fourchette des tailles présentes dans la population. Le programme de surveillance approuvé (Nalcor Energy 2012) renvoie à Scruton et al. (1994) en ce qui concerne le protocole d'échantillonnage. Il convient de mentionner que ce renvoi ne fait pas partie de la section « Références » du programme de surveillance. En outre, le présent document n'aborde pas explicitement le protocole stratifié en fonction de la longueur qu'ils ont suivi. Une référence plus appropriée serait French et al. (1998). Comme dans French et al. (1998), la section sur les méthodes dans le rapport de suivi doit inclure un tableau des longueurs cibles pour chaque espèce visée.

L'analyse de l'efficacité sur laquelle le programme de surveillance est fondé porte à croire qu'une taille d'échantillon appropriée serait 30 poissons par espèce, par zone. Les annexes du rapport de surveillance de base de 2015 (Nalcor Energy 2015) semblent indiquer que ces chiffres ont été obtenus par la mise en commun des données sur les poissons provenant de toutes les stations dans les zones de Goose Bay et du lac Melville. Cela ne permettra pas de comparaisons entre les stations ni d'évaluation de l'étendue spatiale des concentrations élevées de mercure dans l'estuaire, le cas échéant.

Le foie et les tissus musculaires du phoque annelé ont également été inclus dans le programme de surveillance; toutefois, les spécimens ont été recueillis au gré des occasions sur les lieux de la récolte annuelle, plutôt qu'à des sites précis. La variabilité des niveaux de mercure dans les tissus des phoques est très élevée et ne semble pas être liée à l'âge (tableau 3,38, Nalcor Energy 2015). Les facteurs qui pourraient avoir une incidence sur cette variabilité, comme le lieu d'échantillonnage, le sexe et le régime alimentaire (analyse des isotopes stables), devraient être examinés afin de déterminer la meilleure façon de prélever des échantillons sur les phoques pour s'assurer que les hypothèses proposées pour le programme de surveillance sont vérifiables. Il faut tenir compte des isotopes de soufre ou des autres isotopes qui peuvent aider à différencier les sources de nourriture des estuaires.

Des comparaisons interannuelles des niveaux de mercure pour chaque espèce ont été signalées à l'aide de la moyenne des niveaux de mercure. Il ne s'agit peut-être pas une base de comparaison appropriée, puisque les niveaux de mercure dans les poissons augmentent habituellement avec la taille du poisson. Les niveaux de mercure dans des poissons de longueur standard sont généralement privilégiés à cette fin. Cela permet de s'assurer que, même si les poissons échantillonnés chaque année sont de tailles différentes, les niveaux de mercure sont comparables. Les liens entre la taille et le mercure devraient également être communiqués pour démontrer que les niveaux de mercure dans les poissons de longueur standard sont calculés à partir d'échantillons représentatifs et que les données respectent les hypothèses d'analyse des paramètres. De la même façon, l'échantillonnage des phoques devrait suivre un protocole stratifié selon la taille et l'âge.

## Conclusions

Les mécanismes de méthylation accrue du mercure dans l'estuaire du lac Melville proposés par Schartup et al. (2015) fournissent une explication de la concentration élevée de mercure observée chez les poissons de l'estuaire après la création du réservoir Smallwood (Anderson 2011). Les avis indiquant que la création de nouveaux réservoirs sur le fleuve Churchill aurait des effets semblables, fournis par le MPO à la commission d'examen conjoint, s'appuyaient sur ces observations. Cette nouvelle étude soutient donc l'avis initial du MPO.

Le programme d'ESEE proposé par Nalcor Energy et approuvé par le MPO est conforme à l'attente selon laquelle le mercure devrait augmenter dans les poissons et les phoques en aval du nouveau réservoir jusque dans la partie supérieure du lac Melville. Les conclusions de Schartup et al. (2015) et des études de base de Nalcor Energy (2015) portent à croire qu'un certain nombre d'améliorations devraient être apportées au programme d'ESEE.

Conformément à l'autorisation de la Loi sur les pêches de 2013, des études de base du mercure dans les poissons et les phoques dans le lac Melville ont été réalisées depuis 2010 et 2011, respectivement. En plus, des renseignements ont été recueillis entre 1999 et 2009 en préparation pour le processus d'évaluation environnementale. Tous les résultats devraient être regroupés et examinés, et les protocoles de surveillance devraient être adaptés afin de veiller à ce que le programme d'ESEE fournisse les renseignements nécessaires sur les concentrations

élevées de mercure dans les poissons et les phoques du le lac Melville après la création du réservoir, leur étendue et leur durée. L'examen doit tenir compte des éléments suivants :

### Changements apportés au programme d'ESEE

- Que les sites d'échantillonnage soient conformes à l'étendue spatiale de l'apport en méthylmercure suggéré par les mécanismes de méthylation proposés par Schartup et al. (2015). Cela comprendrait au moins un site d'échantillonnage dans la partie est du lac Melville;
- Que les tailles d'échantillons soient adéquates, compte tenu de la variabilité observée des concentrations de mercure dans les tissus, surtout en ce qui concerne les phoques annelés;
- Que les poissons de chaque site soient échantillonnés à l'aide d'un protocole stratifié selon la taille et l'âge des phoques;
- Que des données sur les isotopes stables soient utilisées pour déterminer si la variabilité des concentrations de mercure dans les échantillons de phoques annelés est liée au régime alimentaire ou à d'autres facteurs comme l'âge, la taille ou la fidélité au site. On devra tenir compte des isotopes de soufre ou des autres isotopes qui peuvent aider à différencier les sources de nourriture des estuaires;
- Que le mercure, le carbone organique en particules et le carbone organique dissous dans la colonne d'eau soient inclus dans le programme d'ESEE pour le lac Melville. Les profils de colonne d'eau devraient comprendre des échantillons des couches néphéloïde et proche du fond.

### Changements apportés aux rapports

- Que les niveaux de mercure dans chacune des espèces de poissons soient déclarés pour chaque site;
- Que les niveaux de mercure dans chacune des espèces de poissons soient déclarés selon une longueur standard;
- Que les indices de longueur par rapport au mercure soient inclus dans le rapport afin de s'assurer de la validité des comparaisons pour la longueur standard.

## Collaborateurs

| Nom | Organisme d'appartenance |
|---|---|
| Keith Clarke (président) | Pêches et Océans Canada, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador |
| M. Robin Anderson | Pêches et Océans Canada, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador |
| Michelle Roberge | Pêches et Océans Canada, Gestion des écosystèmes, région de Terre-Neuve-et-Labrador |
| James Meade | Pêches et Océans Canada, Sciences, région de Terre-Neuve-et-Labrador |
| Neil Burgess | Ministère de l'Environnement et du Changement climatique, région de l'Atlantique |
| Marlene Evans | Ministère de l'Environnement et du Changement climatique, région des Prairies et du Nord |

## Approuvé par

B.R. McCallum
Directeur régional, Sciences
Région de Terre-Neuve-et-Labrador (T.-N.-L.)
Pêches et Océans Canada

1er mars 2016

## Sources de renseignements

Anderson, M. R. 2011. Duration and extent of elevated mercury levels in downstream fish following reservoir creation. River. Syst. Vol. 19(3): 167-176.

MPO. 2009. Évaluation scientifique de l'étude d'impact environnemental du projet de centrale de production hydroélectrique dans la partie inférieure du fleuve Churchill afin de relever les lacunes concernant la protection du poisson et de son habitat. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2009/024.

French, K. J., M. R. Anderson, D. A. Scruton and L. J. LeDrew. 1998. Fish mercury levels in relation to characteristics of hydroelectric reservoirs in Newfoundland, Canada. Biogeochem. 40: 217-233.

Nalcor Energy. 2012. LCP (Lower Churchill Project) Aquatic Environmental Effects Monitoring Plan LCP-PT-MD-9112-EV-PL-0001-01. (Consulté en février 2016.)

Nalcor Energy. 2015. Aquatic Environmental Effects Monitoring Program: 1998 to 2014 Baseline Conditions, Muskrat Falls TF13104119.1000. (Consulté en février 2016.)

Schartup, A.T., Balcom, P.H., Soerensen, A.L., Gosnell, K.J., Calder, R.S.D., Mason, R.P., and E.M. Sunderland. 2015. Freshwater discharges drive high levels of methylmercury in Arctic marine biota. Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS). 2015, 112: 11,789-11,794.

Scruton, D. A., E. L. Petticrew, L. J. LeDrew, M. R. Anderson, U. P. Williams, B. A. Bennett and E. L. Hill. 1994. Methyl mercury levels in fish tissue from three reservoir systems in insular Newfoundland, Canada. In Mercury as a Global Pollutant: Integration and Synthesis. Edited by C. J Watras and J. W. Huckabee. 441-455 p.

# Annexe

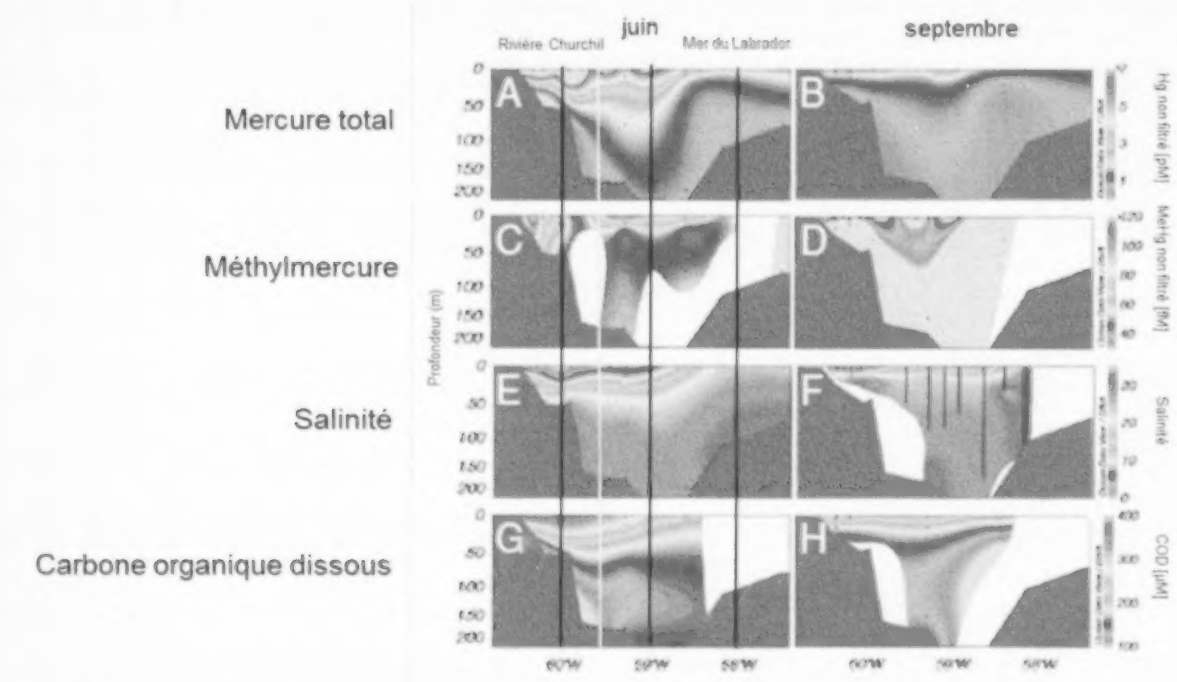


*Figure 1. Dessin en coupe transversale des concentrations totales de mercure (Hg), de méthylmercure (MeHg), de salinité et de carbone organique dissous (COD) dans de l'eau de mer non filtrée du lac Melville, qui s'étend de l'afflux d'eau douce sur la gauche (fleuve Churchill) jusqu'aux régions marines extérieures se prolongeant jusque dans la mer du Labrador à droite. La ligne verticale jaune représente l'étendue actuelle de la zone d'échantillonnage du plan d'ESEE dans le lac Melville (adapté avec la permission de la figure 1 de Schartup et al. 2015).*

## Le présent rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région de Terre-Neuve-et-Labrador
Pêches et Océans Canada
C.P. 5667
St. John's (Terre-Neuve-et-Labrador) A1C 5X1

Téléphone : 709-772-3332
Courriel : DFONLCentreforScienceAdvice@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-3815
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2016

La présente publication doit être citée comme suit :

*MPO. 2016. Examen de la bioaccumulation de mercure dans le biote du lac Melville. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Rép. des Sci. 2016/015*

*Also available in English:*

*DFO. 2016. Review of Mercury Bioaccumulation in the Biota of Lake Melville. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Resp. 2016/015.*